

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-326297

(43)Date of publication of application : 16.12.1997

(51)Int.Cl.

H05B 33/10
G02B 3/00
G02B 5/04
G09F 13/22
G09G 3/12

(21)Application number : 08-162515

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 04.06.1996

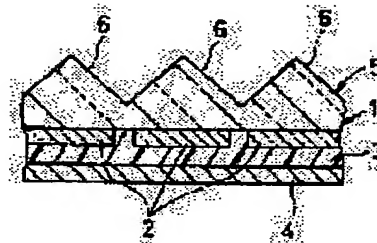
(72)Inventor : KANEKO NORIHIKO
KONO ICHIRO
SHIOTANI MASA HARU

(54) ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the interference of light between pixels to obtain a clear image.

SOLUTION: A transparent electrode 2 is formed on the surface of an organic light emitting layer 3 which excites and emits light by the bonding of electrons or positive holes on the inside by applying an electric field, a back plate 4 is formed on the back surface of the organic light emitting layer 3, and a micro-prism 6 which refracts light emitted in the organic light emitting layer 3 in the direction almost parallel to the normal line is arranged to form a micro-prism element 5. When an electric field is applied to between the transparent electrode 2 and the back plate 4 and the organic light emitting layer 3 emits light, light emitted in the organic light emitting layer 3 passes through the transparent electrode 2 as divergent light, and is incident in the micro-prism element 5, and the outgoing direction of light is restricted in the direction almost parallel to the normal line with the micro-prism of the micro-prism element 5, the refraction of light between adjacent pixels is prevented, and a clear image can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-326297

(43)公開日 平成9年(1997)12月16日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 B 33/10			H 0 5 B 33/10	
G 0 2 B 3/00			G 0 2 B 3/00	A
	5/04		5/04	A
G 0 9 F 13/22			G 0 9 F 13/22	Z
G 0 9 G 3/12		4237-5H	G 0 9 G 3/12	
審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 7 頁)				

(21)出願番号 特願平8-162515

(22)出願日 平成8年(1996)6月4日

(71)出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72)発明者 金子 紀彦

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ
計算機株式会社青梅事業所内

(72)発明者 河野 一郎

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ
計算機株式会社青梅事業所内

(72)発明者 塩谷 雅治

東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ
計算機株式会社羽村技術センター内

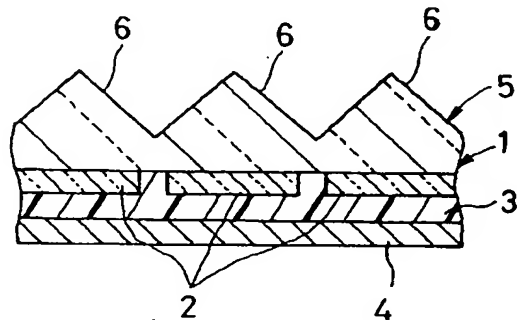
(74)代理人 弁理士 杉村 次郎

(54)【発明の名称】 電界発光素子

(57)【要約】

【課題】 画素間の光の干渉を抑制し、鮮明な画像が得られるようにする。

【解決手段】 電界を印加させて内部での電子や正孔の結合により励起して発光する有機発光層3の表面に透明電極2を設け、有機発光層3の背面に背面電極4を設け、透明電極2の光出射側に有機発光層3で発光した光を法線方向に対しほぼ平行な方向に向けて屈折させる微小プリズム6を配列してなる微小プリズム素子5を設けた。したがって、透明電極2と背面電極4との間に電界が印加されて有機発光層3が発光すると、この有機発光層3で発光した光が発散光として透明電極2を透過して微小プリズム素子5に入射するが、この微小プリズム素子5の微小プリズム6によって光の出射方向が法線方向に対しほぼ平行な方向に規制されるので、隣接する画素間での光の干渉がなく、鮮明な画像を得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一对の電極と、前記一对の電極間に設けられた、電荷を注入することにより発光する発光層と、前記発光層の発光の進行方向を所定方向に規制する光進行方向規制素子と、を備えることを特徴とする電界発光素子。

【請求項2】 前記発光層は、波長域が赤色の波長域、緑色の波長域及び青の波長域からなる光を発光し、前記発光層の一方面側には、前記発光層の光を、赤色の波長域、緑色の波長域及び青の波長域にそれぞれ分光するカラーフィルタが設けられることを特徴とする請求項1記載の電界発光素子。

【請求項3】 前記発光層の一方面側には、前記発光層の光を、より長波長域の光に変換する光波長域変換素子が設けられることを特徴とする請求項1または2記載の電界発光素子。

【請求項4】 前記光進行方向規制素子は、前記発光層の光の進行方向を表示面の法線方向と実質的に一致させるプリズムまたはレンズを配列した屈折素子であることを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載の電界発光素子。

【請求項5】 前記光進行方向規制素子は、柱状または筒状の導光部の周囲を遮光する遮光部を有する導光素子であることを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載の電界発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、電界発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 電界発光素子は、発光性物質からなる発光層に電界を印加し、発光層内での電子や正孔の移動または結合により発光層を励起し、これにより発光層を発光させて情報をドット表示するものであり、絶縁性を有する透明基板の一面に、帯状の透明電極、およびこの透明電極を覆う発光層が形成され、この発光層上に金属などからなる帯状の背面電極が透明電極に対し直交して形成された構造になっている。ここで、発光層とは、エレクトロルミネッセンス素子（EL素子）のことであり、無機発光層と有機発光層とがある。

【0003】 この電界発光素子では、透明電極と背面電極とが発光層を挟んで対向する領域がそれぞれ画素をなし、これら各画素がドットマトリックス状に配列され、各画素に対応する透明電極と背面電極との間に選択的に電界を印加することにより、印加された発光層中での電子や正孔の移動または結合によって発光層が励起されて発光し、その光が透明電極および透明基板を通して放射される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このよ

うな電界発光素子では、発光層で発生した光が放射状に発散する発散光として透明電極および透明基板を通して観察者側に放射されるため、各画素間で光が干渉することになり、鮮明な画像が得られないという問題がある。また、電界発光素子は一般に、印加電圧の増大に伴い発光輝度が増大するが、印加電圧が高すぎると発光層に負担がかかってしまい素子の発光寿命を短くするという問題もあった。この発明の課題は、画素間の光の干渉を抑制し、低電圧で輝度が高く鮮明な画像を得ることができるようにすることである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 この発明は、電界発光素子において、一对の電極と、この一对の電極間に設けられた、電荷を注入することにより発光する発光層と、この発光層の発光の進行方向を所定方向に規制する光進行方向規制素子と、を備えることを特徴とする。したがって、この発明によれば、一对の電極間に設けられた発光層が電荷を注入され再結合して放射状に発光する光の進行方向を、光進行方向規制素子によって所定方向に規制するので、光の進行方向を実質的に表示方向に向けるように規制すれば、発光層に低い印加電圧で表示輝度が向上し、コントラスト比の高い表示を行うことができ、また複数の画素を構成する場合、隣接する画素間での光の干渉が抑制することができるので、より鮮明な画像を得ることができる。

【0006】 この場合、請求項2に記載のごとく、発光層は、波長域が赤色の波長域、緑色の波長域及び青の波長域からなる光を発光し、発光層の一方面側には、発光層の光を、赤色の波長域、緑色の波長域及び青の波長域にそれぞれ分光するカラーフィルタが設けられれば、より赤色、緑色、青色の単色光の純度の高い鮮明な表示ができる。

【0007】 また、請求項3に記載のごとく、発光層の一方面側には、発光層の光を、より長波長域の光に変換する光波長域変換素子が設けられれば、発光層で発光した特定波長域の光の進行方向を光進行方向規制素子によって光波長域変換素子に集光することができ、効率良く光波長域変換素子が所望の波長域の光に変換し表示することができる。さらに、発光層の光を表示光とし、光波長域変換素子により変換された光を表示光とすれば、多色表示を行うことができる。

【0008】 請求項4に記載のごとく、光進行方向規制素子が、発光層の光の進行方向を表示面の法線方向と実質的に一致させるプリズムまたはレンズを配列した屈折素子であれば、この屈折素子により発光層からの発光が屈折されて視認者側に向けて光を出射することができ、このため、低消費電力で輝度の高い表示を行うことができ、ひいては素子自体の長寿命化を図ることができる。請求項5に記載のごとく、光進行方向規制素子は、柱状または筒状の導光部の周囲を遮光する遮光部を有する導

光素子であれば、効率良く、所定方向に光を導光することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】

【第1実施形態】以下、図1～図3を参照して、この発明の電界発光素子の第1実施形態について説明する。図1は電界発光素子の要部拡大断面図である。この図において、1は合成樹脂からなる透明基板である。この透明基板1の下面には、帯状の透明電極2が配列形成されているとともに、これら透明電極2を覆って有機発光層3が形成されている。この場合、透明電極2は、ITOなどの透明な導電性材料からなり、層厚が可視光の波長以下の厚さに形成されている。また、有機発光層3は、直流電界が印加されると内部で電子や正孔が結合することにより励起して発光するEL素子であり、上から順に、正孔輸送性の第1有機層と電子輸送性の第2有機層とからなる2層構造になっている。第1有機層はポリビニルカルバゾール（以下、PVCz）及び2，5-ビス（1-ナフチル）-オキサジアゾール（以下、BND）の混合層からなり、第1有機層の第2有機層との界面近傍には、3-（2'-ベンゾチアゾリル）-7-ジエチルアミノクマリン（以下、クマリン6）がドーブされている。第2有機層はトリス（8-キノリノレート）アルミニウム錯体（以下、Alq3）の膜からなる。この有機発光層3の下面には、帯状の背面電極4が透明電極2に対し直交して形成されている。この背面電極4は、MgIn、やAlあるいはこれらの合金などの金属からなり、光を反射する構造になっている。

【0010】一方、透明基板1の上面上には、微小プリズム素子（屈折素子）5が一体に形成されている。この微小プリズム素子5は、微小プリズム6をドットマトリックス状に配列形成したものである。各微小プリズム6は、図3に示すように、それぞれ四角錐状に形成され、透明電極2と背面電極4とが交差して対向する領域の各画素それぞれに対応し、かつ有機発光層3で発光した発散光を透明基板1の法線とほぼ平行な方向に向けて屈折させる構造になっている。

【0011】このような電界発光素子では、透明電極2と背面電極4との間に選択的に直流電界が印加されると、印加された個所の有機発光層3の内部で電子や正孔が結合して励起され、これにより所定個所の有機発光層3が発光する。そして、発光した光は、発散光として透明電極2を透過して透明基板1に入射する。このときには、透明電極2の層厚が可視光の波長以下の厚さであるから、発生した光のうち、可視光が透明電極2内で反射を繰り返して伝播されることがなく、確実に可視光を透明基板1に入射させることができる。そして、透明基板1に入射した発散光は、透明基板1の微小プリズム素子5の微小プリズム6に入射し、この微小プリズム6で透明基板1の法線に対しほぼ平行な方向に向けて屈折され

る。これにより、微小プリズム素子5から出射した光は、観察者側に向けてほぼ平行な光として出射されることになる。このため、微小プリズム素子5から出射した光は、隣接する画素間で干渉することがないので、鮮明で明るい画像を得ることができるとともに、観察者に対する光の損失が少ないので、駆動電圧を高めなくても、輝度を高めることができ、これにより消費電力の低減化をはかることができるとともに、発光層の長寿命化をも図ることができる。

10 【0012】また図2に示すように、透明基板1を、互いに屈折率の異なる材料からなる基体1a、保護膜1bから構成してもよい。基体1aは一方の面に四角錐状の微小プリズム6がマトリックス状に配列形成された微小プリズム素子5を構成し、保護膜1bは微小プリズム素子5を覆うように形成されている。有機発光層3からの光は、基体1aを透過した後、基体1aと保護膜1bとの界面で屈折率の差に応じて屈折され観察者側に向けて出射されるように設定されている。このため、高輝度の表示を行うことができるとともに微小プリズム素子5を保護することができる。

20 【0013】【第2実施形態】次に、図4および図5を参照して、この発明の電界発光素子の第2実施形態について説明する。なお、図1～図3に示された第1実施形態と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。この電界発光素子は、図4に示すように、透明基板1の上面上に微小プリズム素子5の代わりに微小レンズ素子（屈折素子）10を一体に形成した以外は第1実施形態と同じ構造になっている。微小レンズ素子10は、図5に示すように、微小レンズ11をドットマトリックス状に配列形成したものである。各微小レンズ11は、図4に示すように、それぞれ平凸レンズであり、透明電極2と背面電極4とが交差して対向する領域の各画素それぞれに対応し、かつ有機発光層3で発光した発散光を透明基板1の法線とほぼ平行な方向に向けて屈折させる構造になっている。

30 【0014】このような電界発光素子では、透明電極2と背面電極4との間に電界が印加されて有機発光層3が発光すると、その光が発散光として第1実施形態と同様に透明電極2を通り抜けて透明基板1に入射し、この入射した発散光が微小レンズ素子10の微小レンズ11によって透明基板1の法線に対しほぼ平行な方向に向けて屈折され、これにより微小レンズ素子10から出射した光が観察者側に向けてほぼ平行な光として集光されることになり、このため第1実施形態と同様の効果がある。

40 【0015】なお、上記第1、第2実施形態では、微小プリズム素子5または微小レンズ素子10で有機発光層3からの発散光を透明基板1の法線方向とほぼ平行な方向に向けて屈折させたが、これに限らず、観察者に対して斜め上方または斜め下方に向けて出射させるようにしても良い。また、上記第1、第2実施形態では、各微小

プリズム6または各微小レンズ11を各画素に対応させてドットマトリックス状に配列形成したが、これに限らず、ドットマトリックス状に配列された画素の列方向または行方向に沿ってライン状に形成しても良い。また、上記第1、第2実施形態では、微小プリズム素子5または微小レンズ素子10を透明基板1に一体に形成したが、これに限らず、別々に形成して重ね合わせても良い。さらに、上記第1、第2実施形態では、透明基板1に透明電極2および有機発光層3を形成したが、これに限らず、微小プリズム素子5や微小レンズ素子10などの屈折素子の入射面に直接、透明電極2および有機発光層3を形成しても良い。

【0016】【第3実施形態】次に、図6を参照して、この発明の電界発光素子の第3実施形態について説明する。この場合にも、図1～図3に示された第1実施形態と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。この電界発光素子は、平板状の透明基板1の上面に微小プリズム素子5の代わりに図6に示す導光素子12を設けた以外は第1実施形態と同じ構造になっている。この導光素子12は、図6に示すように、柱状の微小導光部材13を束ねて集合配列したものである。柱状の微小導光部材13とは、光ファイバー、ロッドレンズ、あるいはガラスや透明樹脂などの円形または多角形の柱状部材などであり、それぞれ透明電極2と背面電極4とが交差して対向する領域の各画素それぞれに対応し、一端面から入射した光を他端面に導いて出射する構造になっている。微小導光部材13の周囲は、光遮光性の遮光部材14により覆われ、微小導光部材13に入射した光は、隣接する微小導光部材13に出射しないようになっている。電界発光素子は、図8に示すように、平板状の導光素子12の下面に透明電極2および有機発光層3が順に形成され、この有機発光層3の下面に背面電極4が形成された構造になっている。

【0017】このような電界発光素子では、透明電極2と背面電極4との間に電界が印加されて有機発光層3が発光すると、その光が発散光として第1実施形態と同様に透明電極2および透明基板1を通り抜けて導光素子12に到達し、この到達した光のうち、発光した領域の画素に対応する微小導光部材13の一端面に到達した光のみがその微小導光部材13に入射することになり、この入射した光が微小導光部材13に導かれて他端面から観察者側に向けて出射される。すなわち、有機発光層3で発光した光のうち、発散角（広がり角）の大きい光は導光素子12によって規制され、表示に必要な発散角の小さい光が微小導光部材13によって導かれるので、隣接する画素間での光の干渉が抑制され、これにより鮮明な画像が得られる。遮光部材14は光反射性材料から構成するとより光効率のよい表示が可能となる。

【0018】【第4実施形態】次に、図7を参照して、この発明の電界発光素子の第4実施形態について説明す

る。この場合にも、図1～図3に示された第1実施形態と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。この電界発光素子は、平板状の透明基板1の上面に図7に示す導光素子15を設けた以外は第1実施形態と同じ構造になっている。この導光素子15は、図7に示すように、筒状の微小導光部16を集合配列したものである。筒状の微小導光部16とは、円形、四角形などの多角形の筒状部材、あるいはハニカム形状のものなどであり、それぞれ透明電極2と背面電極4とが交差して対向する領域の各画素それぞれに対応して配置され、各外周面に光を遮断する仕切り面を有する遮光部材17が形成された構造になっている。電界発光素子は、図8に示すように、平板状の導光素子12の下面に透明電極2および有機発光層3が順に形成され、この有機発光層3の下面に背面電極4が形成された構造になっている。

【0019】このような電界発光素子では、透明電極2と背面電極4との間に電界が印加されて有機発光層3が発光すると、その光が発散光として第1実施形態と同様に透明電極2および透明基板1を通り抜けて導光素子15に到達し、この到達した光のうち、発光した領域の画素に対応する微小導光部16に到達した光のみがその微小導光部材16に入射し、この入射した光が微小導光部16に導かれて他端面から観察者側に向けて出射されるので、第3実施形態と同様、有機発光層3で発光した光のうち、発散角（広がり角）の大きい光は導光素子15によって規制され、表示に必要な発散角の小さい光が微小導光部16によって導かれるので、隣接する画素間での光の干渉が抑制され、鮮明な画像が得られる。

【0020】【第5実施形態】次に、図9を参照して、この発明の電界発光素子の第5実施形態について説明する。この場合にも、図1～図3に示された第1実施形態と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。この電界発光素子は、図9に示すように、上面に微小プリズム素子5が一体に形成された透明基板1の下面に、赤色に分光する赤色フィルタR、緑色に分光する緑色フィルタG、青色に分光する青色フィルタBからなるカラーフィルタ20が形成されているとともに、このカラーフィルタ20を覆って保護層21が形成され、この保護層21の下面に第1実施形態と同様、透明電極2および有機発光層3が順に形成され、この有機発光層3の下面に背面電極4が形成された構造になっている。カラーフィルタ20は、各色フィルタR、G、Bが透明電極2と背面電極4との対向する領域の各色の画素それぞれに対応して形成されている。また、この場合の有機発光層3は、白色光を発光する構造になっている。

【0021】このような電界発光素子では、透明電極2と背面電極4との間に電界が印加されると、有機発光層3が白色光を発光し、その白色光が発散光として第1実施形態と同様に透明電極2を透過してカラーフィルタ20を通り抜ける際、各色フィルタR、G、Bの色に応じ

た光だけが通り抜けることにより着色され、この着色された光が透明基板1を通して微小プリズム素子5の各色フィルタR、G、Bに対応する各微小プリズム6に発散光の状態のまま入射し、この入射した光が微小プリズム6によって第1実施形態と同様に透明基板1の法線に対しほぼ平行な方向に向けて屈折され、観察者側に向けてほぼ平行な光として出射されることになる。したがって、この電界発光素子でも、第1実施形態と同様の効果があるほか、特に隣接する画素間での光の干渉がないので、鮮明で明るいカラー画像を得ることができる。

【0022】なお、上記第5実施形態では、微小プリズム素子5の各微小プリズム6を各色の画素それぞれに対応させて形成したが、これに限らず、3色の色フィルタR、G、Bに対応する3つの画素を1組とし、この1組を単位画素とし、この単位画素に対応させて1つの微小プリズム6を形成しても良い。

【0023】〔第6実施形態〕次に、図10を参照して、この発明の電界発光素子の第6実施形態について説明する。この場合には、図9に示された第6実施形態と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。この電界発光素子は、図10に示すように、平板状の導光素子12、15の下面に第5実施形態と同様に透明電極2および有機発光層3が順に形成され、この有機発光層3の下面に背面電極4が形成されており、導光素子12、15の上面に赤色フィルタR、緑色フィルタG、青色フィルタBからなるカラーフィルタ20が形成されているとともに、このカラーフィルタ20を覆って保護層21が形成された構造になっている。導光素子12、15は、第5実施形態と同様、厚み方向に光透過性を有し、それ以外の方向には光透過性を有しない平板状の樹脂パネルである。また、カラーフィルタ20も、第5実施形態と同様、各色フィルタR、G、Bが透明電極2と背面電極4とが交差して対向する領域の各画素それぞれに各色の画素に対応して形成されている。なお、この場合の有機発光層3も、白色光を発光する構造になっている。

【0024】このような電界発光素子では、透明電極2と背面電極4との間に電界が印加されると、有機発光層3が白色光を発光し、その白色光が発散光として透明電極2を通り抜けて導光素子12、15に入射し、この導光素子12、15に入射した発散光のうち、厚み方向の光のみが透過し、それ以外の方向の光は透過しないため、導光素子12、15を透過した光がほぼ法線方向に向けて出射され、この光がカラーフィルタ20を通り抜ける際、各色フィルタR、G、Bの色に応じた光だけが通り抜けることにより着色され、この着色された光がほぼ法線方向に向けて出射されるので、第5実施形態と同様、隣接する画素間での光の干渉がなく、鮮明なカラー画像を得ることができる。

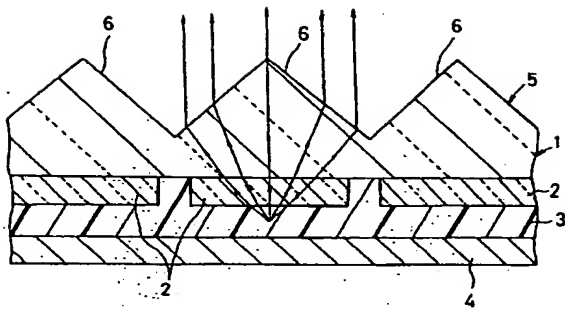
【0025】〔第7実施形態〕次に、図11を参照し

て、この発明の電界発光素子の第7実施形態について説明する。この場合にも、図1～図3に示された第1実施形態と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。この電界発光素子は、図11に示すように、上面に微小プリズム素子5が一体に形成された透明基板1の下面に、青色波長域の光をより長波長域の赤色の光に変換する青赤色変換層25と青色波長域の光をより長波長域の緑色の光に変換する青緑色変換層26とからなる色変換素子27が形成されているとともに、この色変換素子27を覆って保護層28が形成され、この保護層28の下面に第1実施形態と同様、透明電極2および有機発光層3が順に形成され、この有機発光層3の下面に背面電極4が形成された構造になっている。色変換素子27は、各色変換層25、26が透明電極2と背面電極4との対向する領域の各画素のうち、青色に対応する画素を除く各色の画素に対応して形成されている。また、この場合の有機発光層3は、青色光を発光する構造になっている。

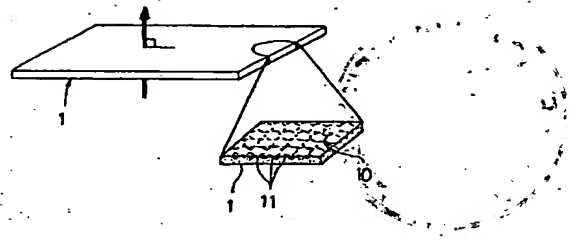
【0026】このような電界発光素子では、透明電極2と背面電極4との間に電界が印加されると、有機発光層3が青色光を発光し、その青色光が発散光として透明電極2を透過して色変換素子27の各色変換層25、26に入射すると、青色の光が青赤色変換層25では赤色に、青緑色変換層26では緑色にそれぞれ変換されて透明基板1に入射する。なお、青用の画素に対応する有機発光層3で発光した青色光は透明電極2および保護層28を通して透明基板1に発散光としてそのまま入射する。そして、透明基板1に入射した各色の発散光は、第1実施形態と同様に微小プリズム素子5の各微小プリズム6によって透明基板1の法線に対しほぼ平行な方向に向けて屈折され、観察者側に向けてほぼ平行な光として出射される。したがって、この電界発光素子では、隣接する画素間での光の干渉がないので、鮮明で明るいカラー画像を得ることができるとともに、色変換素子27の各色変換層25、26で青色光を赤色または緑色の各色光に変換するので、光の利用効率が良く、輝度の高いカラー画像が得られる。

【0027】なお、上記第7実施形態では、微小プリズム素子5の各微小プリズム6を各色の画素それぞれに対応させて形成したが、これに限らず、3色の画素を1組とし、この1組を単位画素とし、この単位画素に対応させて1つの微小プリズム6を形成しても良い。また、上記第7実施形態では、透明基板1に微小プリズム素子5を設けた場合について述べたが、これに限らず、例えば微小レンズ素子10、あるいは柱状または筒状の微小導光部を配列集合した導光素子12、15を設けても良い。さらに、上記第7実施形態では、有機発光層3で青色光を発光するようにしたが、これに限らず、赤、緑などの可視光、あるいは紫外線などの特定波長の光を発光するようにしても良い。この場合には、特定波長の光を

【図3】

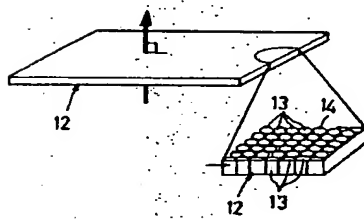


【図5】

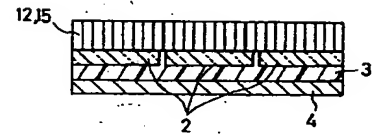
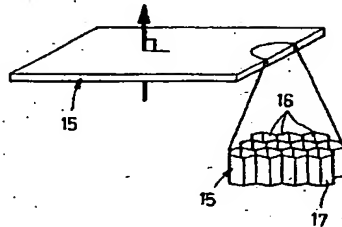


【図8】

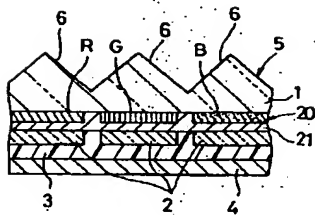
【図6】



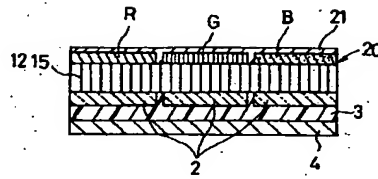
【図7】



【図9】



【図10】



【図11】

